

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Podsypávač pro nákladní automobil

Self-gritter for a truck

Student: Patrik Mareš

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tadeáš Szlachta, Ph. D.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Patrik Mareš**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2302R010 Konstrukce strojů a zařízení**
Specializace: **40 Konstrukce strojních dílů a skupin**
Téma: **Podsypávač pro nákladní automobil
Self-gritter for a Truck**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte podsypávač pro nákladní automobil pro tyto požadavky:
 - Objem zásobníku cca 48 dm³.
 - Pro podsyp použijte klasický posypový materiál.
2. Proveďte přehled možných řešení, výběr varianty, zdůvodnění a návrh.
3. Textová část bakalářské práce bude v rozsahu cca 30 stran.
4. Výkresová dokumentace bude obsahovat sestavný výkres a jeden vybraný výrobní výkres.

Seznam doporučené odborné literatury:

- MORAVEC, V.: *Mechanické a hydraulické převody. Mechanické převody*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2000, ISBN 80-7078-807-0.
- DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet. Konstrukce*. Montanex a.s. Ostrava, 2000, ISBN 80-7225-018-3.
- MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočty a konstrukce strojních dílů*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0878-1.
- MORAVEC, V., PIŠTÁČEK, D.: *Pevnost a životnost dynamicky namáhaných strojních součástí*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-248-0980-X.
- KALÁB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací*. 1.vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. 91 s. Dotisk 1.vyd. 2008. ISBN 978-80-248-1290-8.
- LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 3.dopl. vydání. Albra, 2006, ISBN 80-7361-033-7.
- KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: *Strojnická příručka*. Praha 1993-1998, 8 svazků, 1. vydání.
- Normy, firemní katalogy a prospekty.

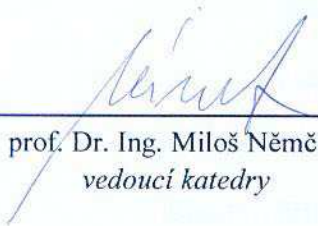
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tadeáš Szlachta, Ph.D.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010




prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Patrik Mareš

Adresa trvalého pobytu autora práce: Rudoltice 123, 561 25, okr. Ústí nad Orlicí

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MAREŠ, P. Podsypávač pro nákladní automobil: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra částí a mechanismů strojů, 2010, 47 s. Vedoucí práce: Szlachta, T.

Bakalářská práce se zabývá řešením problematiky sjízdnosti nákladních automobilů v kopcovitých oblastech; zejména v zimních obdobích. V úvodu je stručný popis podobných zařízení, která se používají ve většině případů k odlišným účelům. Dále je zde obecný náhled na problematiku a výběr nejvhodnějšího materiálu k posypu vozovky. Další částí je výběr pohonu s vhodným převodem. K závěru práce jsou zde uvedeny některé kontrolní výpočty zejména těch částí, které se zdají být nejvíce namáhány nebo je jejich funkce kritická pro funkci celého zařízení.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

MAREŠ, P. Self-gritter for a truck. Ostrava: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine Parts and Mechanisms, 2010, 47 p. Thesis head: Szlachta, T.

The thesis deals with the problem about the negotiability of cargo trucks in hilly terrain; especially in winter times. In the introduction there is a short description of similar machinery that are used for other purposes. Then there is an ordinary view to the problems and a choice of the most suitable material for road spreading. In the next part there is a selection of drive with optimal gearing. In the end we have some check calculation of the parts that seem to be most stressed or their function is critical for the regular function of machinery.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
1. Úvod	9
2. Obecný přehled.....	12
3. Přehled posypových materiálů.....	15
3.1 Způsoby odstraňování sněhu a náledí na komunikacích.....	15
3.2 Základní vlastnosti chemických rozmrazovacích materiálů	17
3.2.1 Druhy rozmrazovacích látek.....	17
4. Popis zařízení a princip funkce.....	22
5. Pohon	23
5.1 Přehled pohonů	23
5.2 Výběr pohonu.....	27
6. Kontrolní výpočty.....	28
6.1 Kontrolní výpočet objemu zásobníku	28
6.2 Návrh a kontrola pera.....	30
6.3 Návrh hřídele analytickou metodou	33
6.4 Kontrola hřídele pomocí programu Autodes Inventor 2008.....	38
6.5 Kontrola trvanlivosti ložiska.....	40
6.6 Kontrola podpěrné desky pomocí MKP.....	41
7. Závěr	44
Seznam použité literatury	45
Seznam příloh	47

Seznam použitých značek a symbolů

a, h, l, v	Délkové rozměry	[mm]
C	Dynamická únosnost ložiska	[kN]
C_o	Statická únosnost ložiska	[kN]
D	Průměr	[mm]
$F, F_{1,2}$	Síla	[N]
k_s	Součinitel statické bezpečnosti	[-]
L_{10}	Trvanlivost ložiska	[mil. ot.]
L_{10h}	Trvanlivost ložiska	[hod]
M_H	Hnací moment	[N·m]
M_o	Ohybový moment	[N·m]
$m_{b,k}$	Hmotnost	[kg]
n	Otáčky	[min ⁻¹]
P	Ekvivalentní dynamické zatížení ložiska	[N]
P_1	Výkon	[W]
$p_{1,2}$	Tlak	[MPa]
R, R_1	Poloměr zaoblení	[mm]
R_{ay}, R_{by}	Reakce	[N]
R_e	Mez kluzu	[MPa]
V	Objem	[mm ³]
W_k	Průřezový modul v krutu	[mm ³]
W_o	Průřezový modul v ohybu	[mm ³]
ρ	Hustota	[kg/m ³]
σ	Normální napětí	[MPa]
τ	Smykové napětí	[MPa]

1. Úvod

Určitě už jste někdy v zimě viděli na vozovce pokryté vrstvou sněhu stojící nákladní automobil s protáčeujícími se koly a za ním spoustu netrpělivých řidičů osobních automobilů, kteří troubili, blikali světly a po chvílce někteří začali stahovat okénka a nadávat či gestikulovat různé nadávky určené bezmocnému řidiči nákladního auta. Poté se ho někteří pokoušeli objet a bezhlavě se vrhli do protisměru. Jiní se snažili otočit se, nebo se jiným způsobem snažili dostat co nejrychleji do cíle své jízdy, kdy často snadno úplně zapomněli na bezpečnost provozu na komunikacích. Toto vše v některých případech vedlo k zácpě na komunikaci v obou směrech díky netrpělivosti a bezohlednosti řidičů a následným kolapsem. V horším případě docházelo také k nehodám.



Obr. 1.1



Obr. 1.2

Myslím, že tuto situaci už viděl každý z nás, ať už v televizi, nebo někde venku. Takový je bohužel dnešní svět. Každý myslí jen na to, jak se co možná nejrychleji dostat kam potřebuje a jakmile se v cestě objeví překážka, hodně řidičů ztratí nervy a naprosto zapomínají na bezpečnost jak svoji, tak ostatních řidičů či chodců. Sám jsem několik takových situací zažil. Jedna z nejhorších se stala na hlavním tahu z Litomyšle do Mohelnice, kdy při říjnovém podzimním, někdy až letním počasí najednou přišla první sněhová nadílka, která způsobila, že i v mírném stoupání byla silnice pro kamiony naprosto nesjízdná. Tím vznikla postupně kolona, jejíž délka byla alespoň 5 km. Navíc se tato silnice nedala téměř nijak objet, a proto uvízly stovky řidičů na

několik hodin ve svých automobilech a následovala situace, kterou jsem popisoval výše.

Noviny psaly o “nejhorším říjnu za posledních 30 let.” Hlavním důvodem byla samozřejmě nepřípravenost řidičů, kteří měli letní pneumatiky, ale na druhou stranu, nikdo nemohl v říjnových dnech čekat najednou z ničeho nic 10 cm sněhu na silnicích. Takových situací je začátkem zimy mnoho a jsou toho vždy plné zprávy. Silničáři, ač jsou připraveni, nemohou takovýmto situacím nijak předcházet a nedá se tomu zabránit i kdyby byla předpověď počasí sebestřednější. Vždy nás může počasí nějakým způsobem překvapit a zaskočit nás něčím na co nebudeme připraveni.

Samozřejmě je tu řešení v podobě sněhových řetězů, ale jejich montáž je poměrně zdoluhavá a u nákladních aut také náročná. Navíc takový automobil může potom jet po vozovce jen omezenou rychlostí a nemůže jet s nasazenými řetězy celou trasu, která může být dlouhá stovky kilometrů. Sněhové řetězy na nákladní automobily mají totiž velmi omezenou životnost. Toto vede ke zdržování dopravy a tím zvyšování nákladů dopravních společností.

Proto jsem vymyslel zařízení, se kterým budou řidiči nákladních automobilů na takovéto situace zase o něco připravenější. Jedná se o podsypávač, který je mnohem menší oproti podsypávacím soustavám v automobilech dnešních silničářů a údržby silnic, které se na toto specializují. A to je jeho hlavní výhodou. Tento koncept přináší jednoduché a zároveň efektivní řešení pro automobily zejména nad 3,5 tuny. Svě využití nalézá ve většině značek nákladních automobilů či kamionů výhradně v zimních obdobích.

Toto zařízení by zároveň mělo výrazně zlepšit nynější stav nákladní dopravy v zimě, zejména v kopcovitých oblastech. Důvodem je nedostatečná údržba vozovek, zvláště v oblastech zákazu chemického posypu. S tím se samozřejmě zvýší plynulost dopravy a následná bezpečnost provozu na komunikacích. Zároveň se taky sníží náklady dopravců, kteří jsou často nuceni vyprostit zapadlé kamiony, čímž se zpožďuje dodávka nákladu, přibývají starosti dopravním společnostem a zvyšují se jejich výdaje.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout podsypávač o minimálním objemu zásobníku 48 dm^3 a vybrat pro něj posypový materiál, vhodný pro co možná nejširší oblast použití. Zařízení by také mělo vyhovovat svým tvarem pro širokou skupinu nákladních automobilů.



Obr. 1.4

2. Obecný přehled

Jedná se o vynález, který je již patentovaný na Českém patentovém úřadu, tudíž se v tomto směru zatím nenachází žádná konkurence. Proto zde uvedu výrobky a stroje podobného typu, které pracují na obdobném principu.

Jedná se v převážné většině o sypače určené pro posyp chodníků, pěších zón a komunikací v zimním období posypovým materiálem (písek, kamenná drť, škvára, posypová sůl apod.). V letních obdobích lze naopak některé typy využít jako sypače písku nebo vápence, na travnaté plochy, ke hnojení apod. Jsou zavěšené obvykle na malotraktorech nebo traktorech (obr. 2.1).



Obr. 2.1

Systém dávkování materiálu se provádí pomocí dávkovacího válce, který zajišťuje rovnoměrné vymetání materiálu směrem dolů pod sypač. Tento systém rozmetání minimalizuje riziko poškození okolních předmětů odletujícími částicemi. Dávkovací válce můžeme vidět na obrázku 2.1 [7] a 2.2 [9]. Některá zařízení obsahují také čechrače zajišťující přívod materiálu k válci nebo drtiče, které materiál postupně před posypem v násypce drtí na stejnou velikost zrn. Šířka posypu je dána šířkou dávkovacího válce.



Obr. 2.2

Pohony mohou být hydraulické, pneumatické a nejčastěji elektrické. Potřebný výkon se může výrazně lišit podle použité technologie, materiálu posypu, tvaru násypky, ale i dle konstrukce lopatek apod.

Další vlastností je objem násypky. Ten se u těchto zařízení pohybuje v rozmezí od 100 až do 1200 litrů i více. Je zde možnost použít také nadstavby, které tento objem ještě zvýší.

Hmotnost těchto druhů sypačů a násypek se pohybuje v rozmezí od 100 kg až do hodnoty přibližně 400 kg. K Tomu je třeba samozřejmě přičíst ještě hmotnost obsahu násypky.

Maximální možná rychlost v průběhu posypávání zde není nijak vysoká. Pohybuje se přibližně do 30 km/h, ovšem vozidla, ke kterým jsou sypače připojeny, nedosahují vyšších rychlostí, takže pro tyto účely je rychlost okolo výše zmíněných 30 km/h naprosto dostačující. Samozřejmě lze tuto rychlost zvyšovat s pomocí zvýšení otáček bubnu, změnou přtlaku válce, změnou počtu segmentů na válci nebo podobnými metodami, aby nedošlo ke kritickému snížení rovnoměrnosti posypového materiálu na vozovce a tím snížení efektivity pod přípustnou mez.

Dávkování je možné řešit několika způsoby v závislosti na typu sypacího zařízení. Například změnou pojezdové rychlosti, změnou přtlaku válce, změnou počtu segmentů na válci, změnou otáček válce, nebo například pomocí ručně ovládané páky regulující

přítlak přítlačné desky a tím i velikost dávky. Změna dávkování pomocí ručně ovládané páky je vyobrazena na obrázku 2.3.



Obr. 2.3

Celkově se tyto stroje doposud hojně používají zejména k posypu chodníků například v parcích, různých areálech firem, soukromých pozemcích, městech, vesnic a na místech, která jsou pro nákladní automobil nedostupná kvůli svojí malé šířce nebo nízké nosnosti apod.

3. Přehled posypových materiálů

Posypových materiálů je celá řada. Stejně tak metod k odklizení sněhu. Proto zde uvedu nejpoužívanější metody odklizení a typy posypových materiálů, které jsou v dnešní době nejrozšířenější a využívají se v celé EU.

3.1 Způsoby odstraňování sněhu a náledí na komunikacích

- a) Mechanické odklizení sněhu
- b) Odklizení sněhu či náledí za použití chemických rozmrazovacích materiálů
- c) Zdrsňování povrchu náledí nebo ujezděných sněhových vrstev posypem inertními materiály

a) K mechanickému odklizení sněhu se běžně používají radlice nebo sněhové pluhy. Pokud dosáhne výška sněhu cca 30 – 50 cm, nebo vznikají v důsledku kombinace sněhu s větrem závěje, používají se pluhy šípové (obr 3.1).

Pokud výška sněhu přesáhne cca 70 cm, doporučuje se používat již sněhové frézy. Při dlouhodobém nebo intenzivním sněžení se pluhování periodicky opakuje. Na důležitých komunikacích by neměla po skončeném pluhování vrstva sněhu přesáhnout 3 cm.



Obr. 3.1

Odklizení sněhu mechanizačními prostředky patří k nejhospodárnějším technologiím používaným při údržbě komunikací v zimním období. Zároveň se jedná o nejšetrnější způsob odstraňování sněhu z hlediska ekologie. Při používání této technologie ale dochází na silnici k tvorbě výtlučků. Tyto odklízeční mechanismy bývají obvykle součástí posypových mechanizačních prostředků. Radlice jsou připevňovány na tahače před přední nápravou, ale také mohou být upevněny za nápravu zadní nebo dokonce mezi jednotlivými nápravami. Radlice za zadní nápravou je typická pro traktory.

Dále se používají sněhové frézy (obr 3.2). Sněhová fréza slouží k odklizení souvislých sněhových vrstev čerstvě napadaného sněhu do výšky 80 i výše. Možná výška sněhu, která lze takto frézou odstranit závisí na typu frézy a její konstrukci.



Obr. 3.2

- b) Sypače chemických rozmrazovacích materiálů musí splňovat tyto požadavky:
- dávka chemického rozmrazovacího materiálu v g/m² na pruhu požadované šířky má být nastavitelná v mezích 10 – 60 g/m², nejlépe plynule
 - při stupňovité regulaci posypové dávky se požaduje možnost nastavení 10, 20, 30, 40 a 60 g/m², nejméně však 10, 20 a 40 g/m²
 - nastavené dávkování má být automaticky dodržováno i při změnách pracovní rychlosti sypače v mezích 10 - 60 km/h
 - šířka posypu má být nastavitelná minimálně v mezích 2 – 9 m, u sypačů s konstantní šířkou posypu má být minimálně 2 m, maximálně 3,5 m

- příčná i podélná rovnoměrnost posypu v závislosti na jakosti posypové soli má být uvedena v technických podmínkách sypače.

Sypač chemických rozmrazovacích materiálů je vyobrazen na obrázku 3.3.

Poznámka: Text k podkapitole 3.1 čerpán z [8].



Obr. 3.3

3.2 Základní vlastnosti chemických rozmrazovacích materiálů

Rozmrazovací látky mají schopnost zabránit vytvoření ledu, snížit bod mrazu vody pod 0 °C, nebo rozpustit led.

3.2.1 Druhy rozmrazovacích látek

V současné době se používá především chlorid sodný a v menší míře také chlorid vápenatý. Dále se v Evropě používají příležitostně také látky jako chlorid hořečnatý, močovina, CMA, alkoholy a glykoly

Chlorid sodný

Je jednoznačně nejrozšířenější výrobek. Je aktivní i při teplotě nižší než -10 °C (eutektický bod je -21,2 °C). Optimálně však účinkuje do teploty -5, maximálně však -7 °C. Pokud se teplota dostane pod tuto hranici, jeho schopnost rozpuštění ledu se značně snižuje a při teplotě pod -11 °C se stává pro posyp neúčinný. Proto se v některých zemích mísí ještě s chloridem

vápenatým. Mezi těmito dvěma látkami je ovšem přibližně šestinásobný cenový rozdíl. Proto se chlorid vápenatý přidává jen ve velmi malé míře. Při zimní údržbě se používá buď v pevné formě krystalů soli, nebo jako solankový roztok. Velikost zrn má na jeho účinnost nesmírný vliv. Optimální je hodnota zrnitosti od 0,16 – 5 mm. Při jeho aplikaci se téměř vždy používá protispěkový přípravek, který zabraňuje ztvrdnutí soli. K tomu se používá ferrokyanid draselný nebo ferrokyanid sodný.

Chlorid vápenatý

Tato látka je velmi účinná již od cca 40 % relativní vlhkosti vzduchu a je velmi účinná i při teplotách až pod $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (eutektický bod je až $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$). Velkou výhodou je jeho velká hygroskopicitá, která mu umožňuje dříve získávat vlhkost ze vzduchu nebo ledu a tím také rychleji rozběhnout tavicí proces. Používá se v pevném stavu nebo jako solankový roztok s koncentrací okolo 28 %. Jak již bylo zmíněno výše, často se používá ve směsi s chloridem sodným.

Tento posypový materiál se potom dodává ve formě vloček nebo šupin o tloušťce přibližně 1,25 mm a velikosti cca 3 – 3,5 mm. Vzhledem k jeho značné hygroskopicitě se materiál musí dodávat v dobře utěsněných pytlích, aby se vyloučili problémy s jeho skladováním (obr. 3.4). V případě poškození pytle se totiž vytvoří hexachlorid vápenatý, který výrobek pro potřeby zimní údržby znehodnocuje.



Obr. 3.4

Chlorid hořečnatý

Tato látka se používá ve formě roztoku. Je velmi hygroscopická a používá se pouze při likvidačním posypu. Důvod, proč se nepoužívá běžně je ten, že tato látka může určitým způsobem dokonce snižovat přilnavost pneumatik k vozovce a tím dokonce bezpečnost provozu zhoršovat. Látka je účinná zejména při teplotě pod $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Močovina

Je to krystalická substance dodávaná v zrnité formě o průměru zrn 1 – 2 mm a lze se s ní setkat také pod názvem AQUA – gelo (obr.3.5). Není žíravá, avšak je velmi lehká a tím také snadno odvanutelná větrem. Proto se mísí s vodou nebo pískem. Její rozmrazovací schopnosti jsou o něco lepší než u chloridu sodného tj. teplota $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pod tuto teplotu schopnosti velice klesají.



Obr. 3.5

Velkou předností tohoto materiálu je její nízký korozivní účinek. Nedostatkem naopak je její vysoká pořizovací cena (8x vyšší než cena chloridu sodného) a také schopnost „nadměrného hnojení“. Z těchto důvodů se její aplikování zužuje na některá specifická, jako jsou například letištní plochy.

Alkoholy a glykoly

Tyto chemikálie se také vyznačují nízkým korozivním účinkem, a proto mohou být využívány na stejných místech jako výše zmíněná močovina. Zde ovšem dochází k velmi silnému odpařování a jejich bod vzplanutí je nízký.

Navíc obsahuje látku, která snižuje povrchové napětí rozpouštěné vody a ta se poté snadněji dostává do trhlinek a po odpaření alkoholu dochází vlivem zamrznutí k destrukci vozovky. Proces tání také potřebuje více času a větší množství chemikálií oproti chloridu sodnému.

Když tato fakta shrneme, získáme nízkou účinnost, vysokou pořizovací cenu, negativní dopad na životní prostředí, a proto se prakticky tato látka nikde nevyužívá.

- c) Inertní materiál je označení užívané ve spojitosti s posypovými materiály užívanými v zimě na posyp vozovek i chodníků zejména za účelem zdrsnění povrchu. Jedná se o materiál nejedovatý, netečný a neškodný k životnímu prostředí. Mezi tyto materiály patří v první řadě štěrk, ale také písek, struska a další. Některé nevhodné posypy však zvyšují prašnost. Účinek těchto materiálů spočívá v tom, že jednotlivá zrna posypového materiálu ulpí na povrchu vrstvy náledí nebo sněhu, čímž se zvýší koeficient podélného tření a zmírní se kluzkost. Zmírnění kluzkosti je zpravidla krátkodobé, protože provoz na komunikacích odvěje posypový materiál na okraj jízdních pruhů. Doporučená velikost zrn je 2-8mm v závislosti na podmínkách. V některých případech se provádí posyp směsnými materiály, to je směsí inertních a chemických posypových prostředků. Posyp inertními, eventuálně směsnými materiály se provádí v souladu s obecně závaznými právními předpisy v celé délce komunikací. Posyp směsnými nebo jen chemickými materiály se provádí pouze v mimořádných situacích a na zvláště nebezpečných místech. Chemický posyp nelze aplikovat na chodníky z betonové zámkové dlažby a s betonovým povrchem. Posyp všech komunikací se neprovádí popelem ani škvárou. Inertní materiál je na obrázku 3.6.



Obr. 3.6

Poznámka: Text k podkapitole 3.2.1 čerpán z [6].

Všechny tyto typy odklizení sněhu jsou specifické pro určité podmínky a terén. Já nyní potřebuji vybrat látku, která bude univerzální pro všechny situace.

Mechanické odklizení sněhu je účinné a hospodárné, ale pro naši potřebu nevyhovuje požadavkům jak z hlediska velikosti, tak mobility.

Posyp chemickými látkami naopak splňuje tato specifika velikosti a mobility, ovšem chemické látky mají obecně velmi dlouhou dobu reakce. Tato doba se v lepším případě pohybuje v řádech minut, což je pro moje zařízení nevyhovující. Navíc jsou místa, kde je posyp chemickými látkami zakázán.

Poslední skupinou jsou materiály inertní, jejichž vlastnosti jsou vyhovující ve všech výše zmíněných nedostatcích. Doba reakce je prakticky okamžitá, neplatí zde zákaz chemického posypu, protože se jedná o látku nejedovatou. Proto má širší možnosti využití oproti chemickým látkám. Nevýhodou je nižší účinnost, na úkor okamžité reakce s povrchem.

Proto vybírám jako posypovou látku inertní materiál, který je pro moje zařízení nejvhodnější.

4. Popis zařízení a princip funkce

Podsypávač je tvořen zásobníkem 1, který je pevně spojen s dvěma bočními stěnami 3, přední rovnou stěnou 2 a prohnutou stěnou 4. Celý zásobník je potom dole opatřen štěrbinou 12, určenou k vyhazování posypového materiálu na vozovku. Ve spodní části je pomocí ložisek 8 a hřídele 7 umístěn otočný buben 5 s motorkem 15. Ten bude ovládaný z kabiny vozidla tlačítkem zapnuto/vypnuto. Motorek 15 je dále chráněn ochranným krytem 11, který jej chrání před mechanickým poškozením a vniknutím cizích látek. Otočný buben 5 je na svém obvodu opatřen pěti symetricky umístěnými lopatkami 6. Ložiska 8 jsou chráněna domkem ložiska 9. Celý buben 5 je potom připevněn k zásobníku 1 pomocí šroubů 13 z každé strany. Nad otočným bubnem 5 je umístěna v bočních stěnách 3 zásobníku 1 přepážka 14, která zachycuje váhu posypového materiálu tak, aby tíha posypového materiálu neležela přímo na bubnu 5, čímž je dosaženo snadnějšího otáčení bubnu 5, respektive použití přepážky 14 umožňuje použít motorek 15 s menším výkonem. Mezi stěnou zásobníku 1 a přepážkou 14 je vytvořena symetrická mezera, sloužící k propadu posypového materiálu k bubnu. Lopatky jsou po celé své délce opatřeny pryžovou koncovkou. Zásobník 1 je na vrchu opatřen víkem 10, které chrání vnitřní prvky zařízení, zejména buben 5, a také zabraňuje vniknutí vody, sněhu, bláta atp. Víko je připevněno k zásobníku 1 panty.

Po zapnutí motorek 15 roztočí buben 5 s lopatkami 6, které budou inertní materiál (posypový štěrk) vhánět přes štěrbinu 12 na vozovku přímo pod kola automobilu.

(Obrázek k popisu zařízení viz. příloha č. 3)

5. Pohon

Dnes se používá několik typů pohonů, které se rozlišují zejména typem energie, kterou potřebují pro svoji činnost.

Rozhodujícím kritériem je zde samozřejmě dostupnost energie. Dále také druh pohybu, který motor vykonává, možnost regulace, náročnost na údržbu a v neposlední řadě také ekonomičnost provozu.

5.1 Přehled pohonů

Pneumatické motory

Používají se na místech, kde není potřeba velkých výkonů. Stlačený vzduch je zpravidla dodáván z centrálního rozvodu bez potřeby zpětného vedení. Rotační pneumatické motory dosahují velkých otáček, ale jsou hlučné. Další velkou nevýhodou je energeticky náročná příprava a rozvod tlakového vzduchu. Výhodou je možnost přetížení bez nebezpečí poškození.

Řízení pneumatického pohonu:

- | | | |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| - směr pohybu | - přímé (řízené rozvaděčem) | |
| | - nepřímé | - poklesem tlaku |
| | | - zvýšením tlaku |
| | | - diferenciálním rozdílem tlaku |
| - rychlost pohybu | - škrtící ventil | - na vstupu |
| | | - na výstupu |
| - poloha zastavení | - pevné dorazy | |
| | - tlumiče a pevné dorazy | |

Hydromotory

Pracují na principu přeměny tlakové energie na mechanickou práci. Mezi hlavní přednosti hydraulických pohonů patří malé rozměry a hmotnost navzdory velkému výkonu. Hydromotory se dále vyznačují plynulým chodem a dobře regulovatelnou rychlostí. Mají ochranu před přetížením a lze je tedy přímo spojit s pracovním prvkem. Mezi nevýhody patří relativně nižší účinnost, vyšší nároky na údržbu a závislost systému na vlastnostech hydraulické kapaliny, která může své vlastnosti měnit vlivem okolních podmínek.

Hydromotory lze rozdělit do několika skupin:

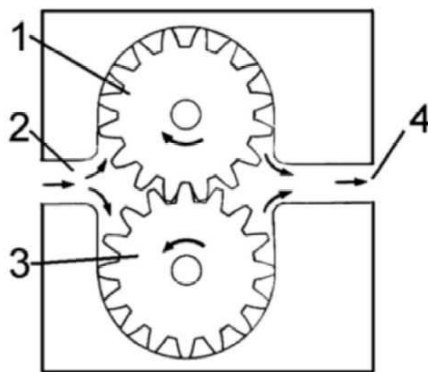
- přímočaré
 - pístové
 - jednočinné
 - dvojčinné
 - membránové
- rotační
 - pístové
 - axiální písty
 - radiální písty
 - zubové
 - lamelové
 - šroubové
- s kývavým pohybem
 - s pístnicí a pastorkem
 - šroub a matice
 - otočná lopatka

Rotační hydromotory umožňují snadnou regulaci otáček v širokém rozsahu, přičemž je možné je dlouhodobě provozovat při malých otáčkách a přetěžovat je. Řízení rychlosti pohybu spočívá v řízení proudu, který přivádíme do motoru. Toto řešíme nejčastěji zapojením škrtkícího ventilu do obvodu. Proud kapaliny dodávaný čerpadlem je konstantní, přičemž jen část je vedena přes škrtkící ventil k hydromotoru, zbytek je odváděn přes propouštěcí ventil zpět do nádrže. Pokud je škrtkící ventil zařazen před rozvaděč, je možné řídit pohyb v obou směrech. K zajištění dostatečného proudu kapaliny i v okamžicích zvýšeného odběru, je do

obvodu vřazován akumulátor doplňovaný v době, kdy je hydromotor v klidu.

Zastavení motoru v určité poloze je možno řešit pevnými dorazy, blokováním proudu kapaliny na vstupu nebo na výstupu z motoru a polohovými servomechanismy.

Schéma rotačního zubového hydromotoru je na obr. 5.1.



Obr. 5.1

1, 3 - ozubené kolo, 2 - vstup, 4 - výstup

Elektromotory

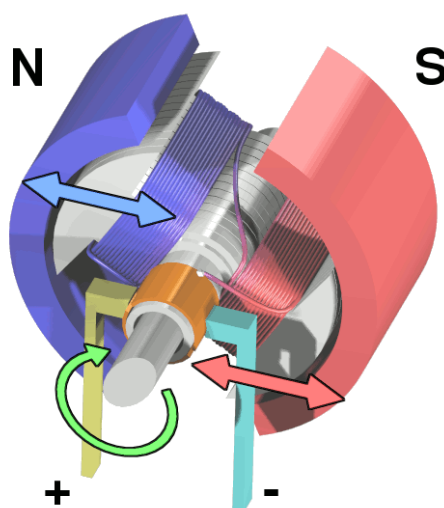
Mají oproti jiným typům pohonů řadu výhod, ale také spoustu nevýhod. Mezi hlavní výhody patří snadná dostupnost energie a jednoduchý přívod, snadná údržba, vyšší životnost, jednoduché propojení s řídicí jednotkou a především snadná regulovatelnost. Mezi nevýhody patří nižší výkon při větších rozměrech.

Elektrické pohony se podle proudu dělí:

- stejnosměrné
 - sériové
 - derivační
 - s cizím buzením
 - s permanentními magnety
- střídavé
 - synchronní
 - asynchronní
- krokové

Stejnosměrné elektromotory umožňují snadnou regulaci otáček v širokém rozsahu, mají velký záběrový moment při relativně malých rozměrech. V porovnání s asynchronními motory jsou náročnější na údržbu a mají složitější konstrukci. Stator

motoru bývá z oceli nebo kvůli zmenšení ztrát způsobených změnami magnetického toku elektrotechnických plechů. Rotor bývá složen z plechů, aby se vlivem vířivých proudů nepřehříval. Ve statorových cívkách se po přivedení elektrického proudu vytváří magnetický tok, který působí na vinutí kotvy a začne se vychylovat. Na obr. 5.2 je znázorněn princip funkce stejnosměrného motoru.



Obr. 5.2

Hydraulický pohon se u nákladních vozidel obvykle nevyskytuje v takové míře jako ostatní typy pohonu, tudíž je pro nás nepoužitelný. Naproti tomu pneumatický pohon většina takových vozidel má. Elektrický pohon se mi ovšem jeví jako nejvhodnější. Důvodem je hlavně jednoduchý přívod energie a snadné propojení ovládání k řidiči do kabiny vozidla. Další nesmírnou výhodou je, že pro elektrický pohon není nutno, aby vozidlo prošlo homologací. U většiny nákladních automobilů je pneumatická pohonná jednotka přímo závislá na řazení a zejména brzdění vozidla a použitím pneumatického pohonu pro naše zařízení by vznikly zbytečné komplikace s povolením výrobku a samozřejmě také zvýšení nákladů při jeho instalaci na vozidlo.

Z těchto důvodů jsem zvolil pohon elektrický.

5.2 Výběr pohonu

Vybral jsem elektromotor typu EC600.240 (Obr. 5.1), [10]. Za ním bude následovat šneková převodovka MR50 71B14 (Obr. 5.2), [11]. Ta zajišťuje dostatečně velký převodový poměr. Celý pohon je z jedné firmy a přijde již zkompletovaný.

Specifikace pohonu:

Výkon [W]	Moment [Nm]	Proud [A]	Napětí [V]	Otáčky [1/min]	Krytí	Přev. Poměr	Hmotnost [kg]
600	57,3	35,5	24	100	IP44	1:30	5

Tab. 5.1



Obr. 5.1



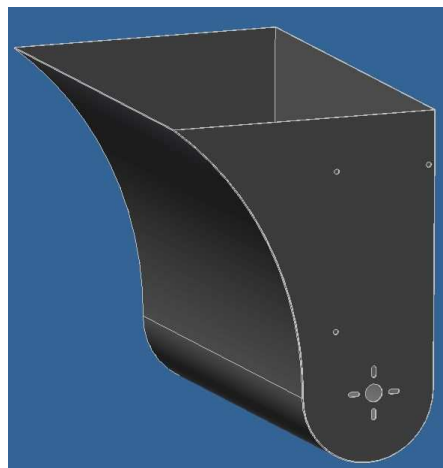
Obr. 5.2

6. Kontrolní výpočty

Kontrolní výpočet jsem provedl pro objem zásobníku, pero, životnost ložiska a kontrolu podpěrné desky pomocí metody konečných prvků. Dále jsem provedl návrh hřídele analytickou metodou a pomocí softwaru Autodesk Inventor 2008.

6.1 Kontrolní výpočet objemu zásobníku

Zásobník musí mít vhodný tvar, aby ho bylo možno připevnit ke hnané nápravě automobilu. Proto jsem nejdříve provedl návrh zásobníku, kdy jedna strana je zaoblená, protože bude kopírovat část kruhové výseče kola. Výsledek návrhu je na obr 6.1. Praktické umístění zařízení je na obr. 6.2.



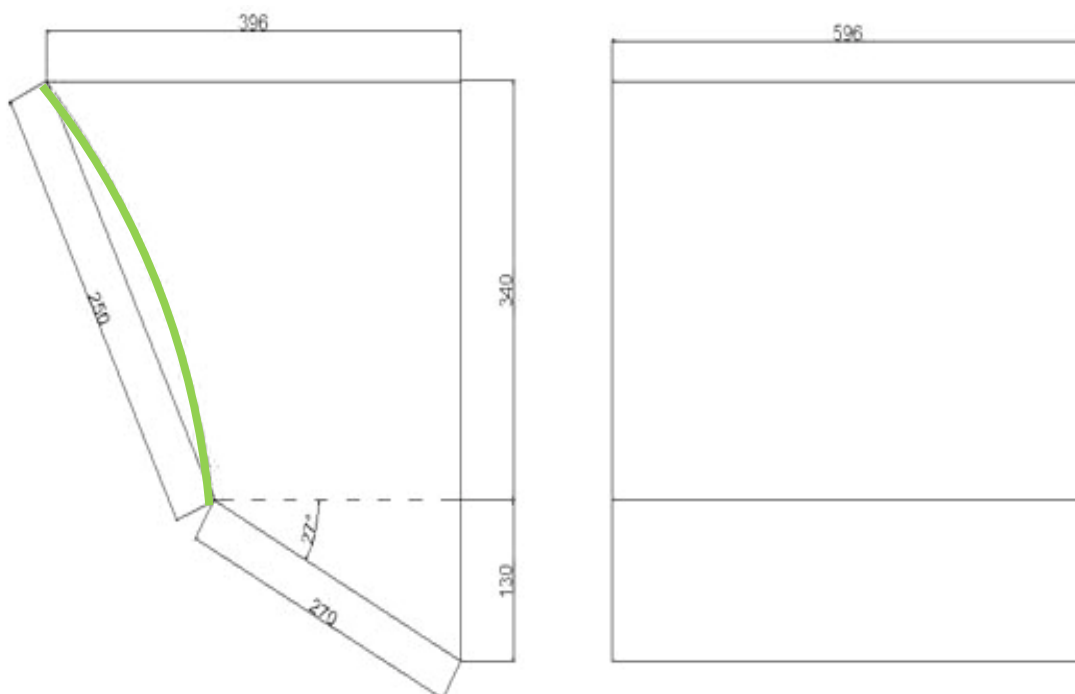
Obr. 6.1



Obr. 6.2

Schéma:

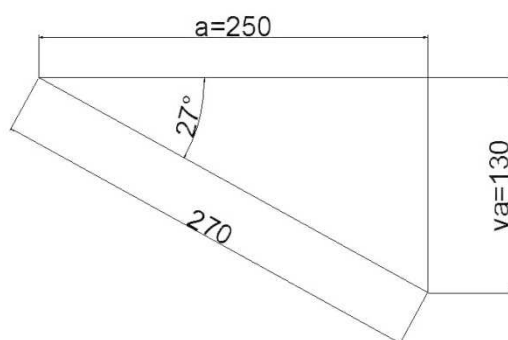
Nádobu (obr. 6.3) jsem před výpočtem rozdělil na 2 tělesa. Dále jsem zanedbal oblouk znázorněn zelenou čarou a nahradil ho přímkou pro jednodušší výpočet.



Obr. 6.3

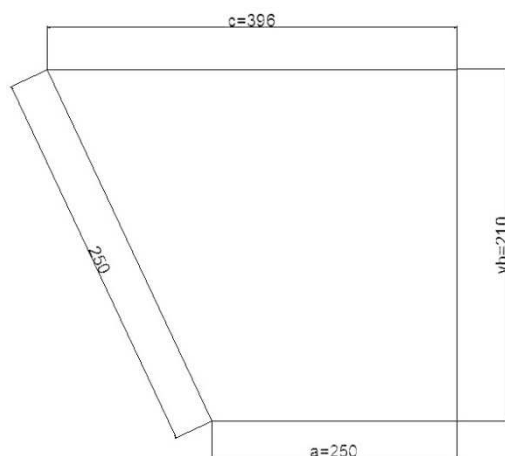
Nejprve jsem vypočítal dílčí plochy tělesa 1 a 2. Plocha tělesa 1 je na obrázku 6.4, těleso 2 potom na obrázku 6.5.

$$S_1 = \frac{(a \cdot v_a)}{2} = \frac{250 \cdot 130}{2} = 16\,250 \text{ mm}^2 \quad (6.1)$$



Obr. 6.4

$$S_2 = \frac{a + c}{2} \cdot v_b = \frac{250 + 396}{2} \cdot 210 = 67\,830 \text{ mm}^2 \quad (6.2)$$



Obr. 6.5

$$S = S_1 + S_2 = 16250 + 67830 = 84\,080 \text{ mm}^2 \quad (6.3)$$

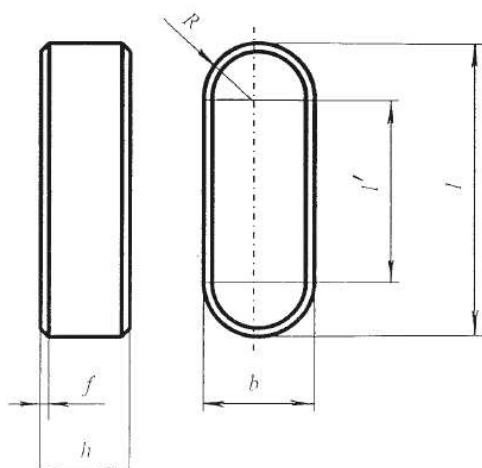
Výslednou plochu jsem potom vynásobil šířkou nádoby, která činí 596 mm a získal tak celkový objem zásobníku.

$$V = S \cdot h_1 = 84080 \cdot 596 = 50\,111\,680 \text{ mm}^3 \cong 50,1 \text{ dm}^3$$

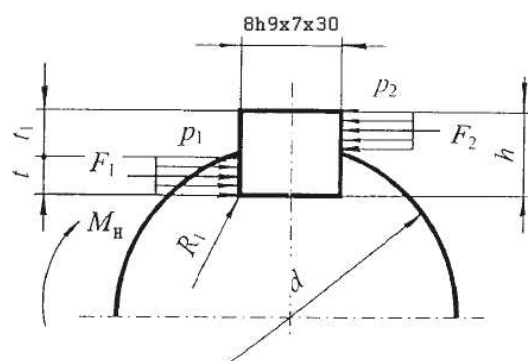
$$50,1 \text{ dm}^3 > 48 \text{ dm}^3 \Rightarrow \text{Objem vyhovuje} \quad (6.4)$$

6.2 Návrh a kontrola pera

Velikost pera je dána v závislosti na převodovce. Spojení perem mezi motorem a převodovkou není třeba kontrolovat, protože za obě součásti ručí společnost, ze které pohon pochází. Proto kontrolujeme pouze spojení převodovka-hřídel. Rozměry hřídele jsou v tab. 6.1. Schéma potom na obr. 6.6 a 6.7.



Obr. 6.6



Obr. 6.7

Rozměry pera:

Označení	Rozměr	Jednotky
d	25	mm
b	8	mm
l	30	mm
t	4,1	mm
t ₁	2,9	mm
M _H	57300	Nmm

Tab. 6.1

Kontrola na smyk

$$\tau = \frac{2 \cdot M_H}{d \cdot b \cdot l} \leq \tau_{dov} \quad (6.5)$$

$$\tau_{dov} = 30 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{2 \cdot 57300}{25 \cdot 8 \cdot 30} = 19,1 \text{ MPa}$$

$$\tau < \tau_{dov} - \text{Vyhovuje} \quad (6.6)$$

Kontrola na otláčení

$$F_1 = \frac{M_H}{\frac{d}{2} - \frac{t}{2}} = \frac{57\,300}{\frac{25}{2} - \frac{4,1}{2}} = 5\,483,25\,N \quad (6.7)$$

$$F_2 = \frac{M_H}{\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}} = \frac{57\,300}{\frac{25}{2} + \frac{2,9}{2}} = 4\,107,5\,N \quad (6.8)$$

Minimální délka pera

$$p_{dov} = 120\,MPa$$

Dovolený tlak p_{dov} je volen pro ocelový náboj dle [3].

$$l' \geq \frac{F_2}{p_{dov} \cdot t_1} = \frac{4107,5}{120 \cdot 2,9} = 11,8\,mm \quad (6.9)$$

$$l_{min} = l' + b = 11,8 + 8 = 19,8\,mm \quad (6.10)$$

Délku pera volím $l = 30\,mm$ z důvodu vyšší bezpečnosti

$$p_1 = \frac{F_1}{l \cdot t} \leq p_{dov} \quad (6.11)$$

$$p_1 = \frac{5483,25}{30 \cdot 4,1} = 44,58\,MPa$$

$$p_2 = \frac{F_2}{(l - b) \cdot t_1} \leq p_{dov} \quad (6.12)$$

$$p_2 = \frac{4107,5}{(30 - 8) \cdot 2,9} = 64,38\,MPa$$

$$p_1, p_2 < p_{dov} - \text{Vyhovuje} \quad (6.13)$$

PERO 8h9x7x30 ČSN 02 2562 dle [1]

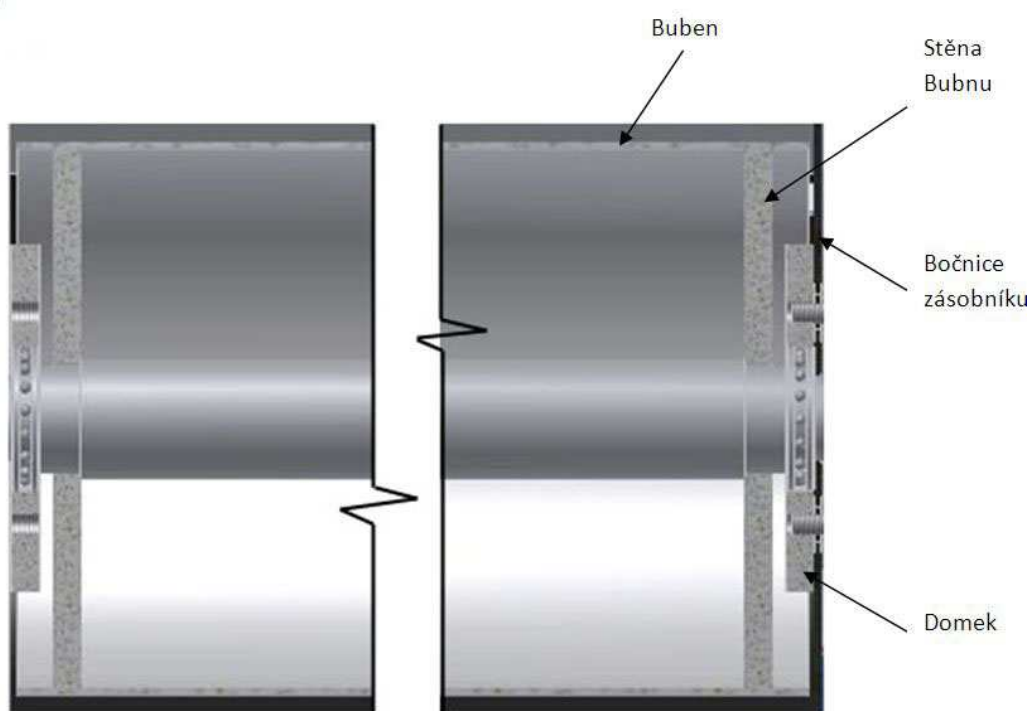
6.3 Návrh hřídele analytickou metodou

Hřídel se nachází v bubnu ve spodní části zásobníku (viz. příloha č. 1, nebo 3) a přenáší hnací moment M_H z motoru na buben s lopatkami. Hřídel bude vyroben z materiálu 13 240.6 podle [2]. Mez kluzu tohoto materiálu je $R_e = 540 \text{ MPa}$.

Vstupní parametry:

$$P_1 = 600 \text{ W}$$

$$n_1 = 100 \text{ min}^{-1}$$



Obr. 6.8

Určení zatěžujících sil F_1 a F_2 :

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{2} F_z$$

Zatěžující sílu získáme jako součet síly vytvořené vahou bubnu a síly vytvořené vahou posypu.

$$F_z = F_B + F_P$$

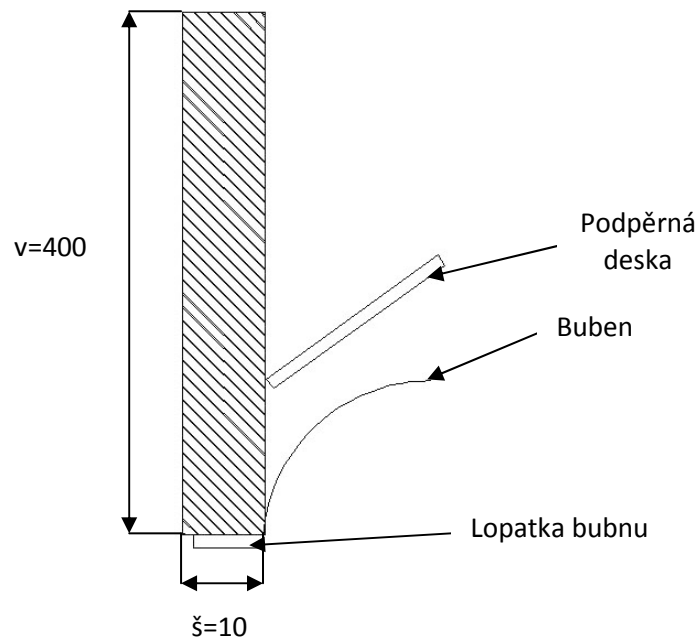
F_B :

$$m_{BH} = 3,4 \text{ kg}$$

(Hmotnost bubnu a hřídele – pomocí programu Autodesk inventor 2008)

$$F_B = m_{BH} \cdot g = 3,4 \cdot 9,81 = 33,354 \cong 33 \text{ N} \quad (6.14)$$

Dále zjednodušeně určím hmotnost posypu ležícího na bubnu m_P :



Obr. 6.9

$$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$$

Z důvodu vyšší bezpečnosti je pro výpočet použita hustota objemová namísto sypné, která je přibližně dvojnásobná.

Hloubka $h=596 \text{ mm}$ (viz. obr. 6.3)

$$V = \text{š} \cdot v \cdot h = 10 \cdot 400 \cdot 596 = 2\,384\,000 \text{ mm}^3 \cong 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (6.15)$$

$$m_P = \rho \cdot V = 2500 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ kg} \quad (6.16)$$

$F_P :$

$$m_P = 6 \text{ kg}$$

$$F_P = m_P \cdot g = 6 \cdot 9,81 = 58,86 \cong 59 \text{ N} \quad (6.17)$$

$$F_Z = F_B + F_P = 33 + 59 = 92 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2}F_Z = \frac{1}{2} \cdot 92 = 46 \text{ N}$$

$$F_1 = F_2 = 46 \text{ N}$$

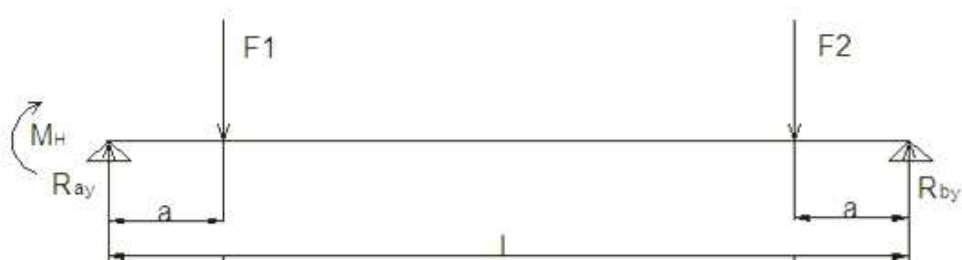
Předběžné určení minimálního průměru hřídele:

$$\tau_D = 30 \text{ MPa}$$

$$D_{min} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_H}{\pi \cdot \tau_D}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 57300}{\pi \cdot 30}} = 21,34 \text{ mm} \quad (6.18)$$

volím $D_{min} = 25 \text{ mm}$ dle [1].

Určení reakcí:



Obr. 6.10

$$F_1 = F_2 = 46 \text{ N}$$

$$M_H = 57\,300 \text{ Nmm}$$

$$L = 580 \text{ mm}$$

$$a = 15 \text{ mm}$$

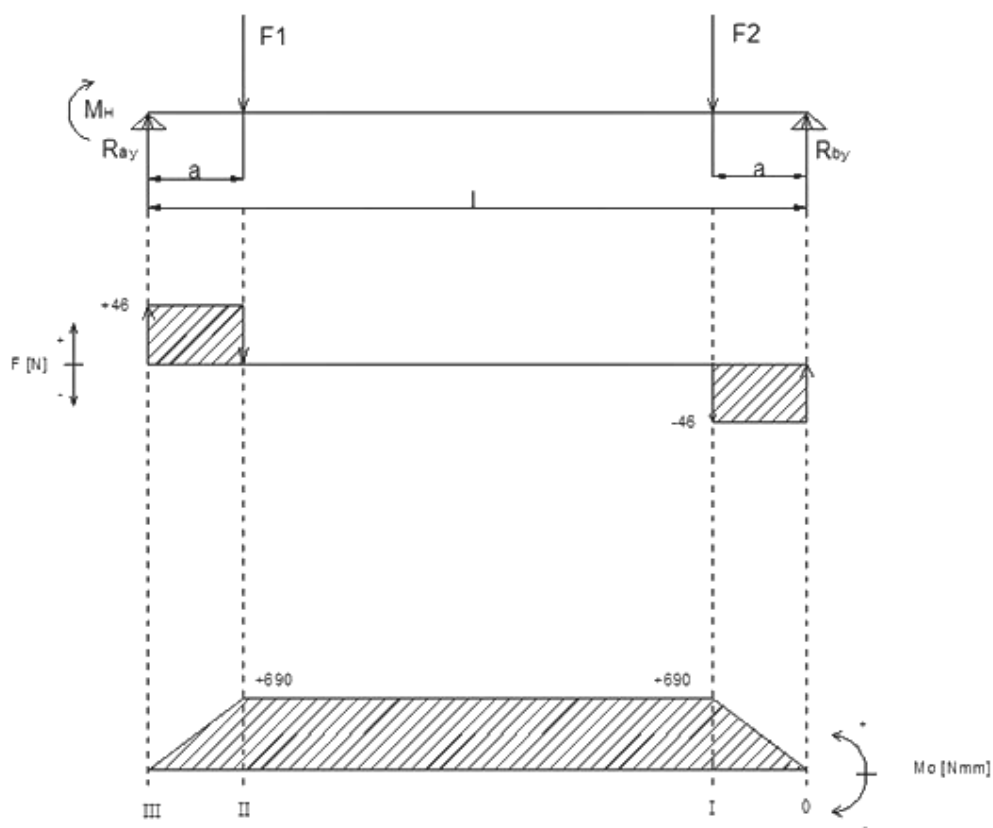
$$y: R_{ay} - F_1 - F_2 + R_{by} = 0$$

$$M_{oB}: R_{ay} \cdot L - F_1 \cdot (L - a) - F_2 \cdot a = 0$$

$$R_{ay} = \frac{F_1 \cdot (L - a) + F_2 \cdot a}{L} = \frac{46 \cdot (580 - 15) + 46 \cdot 15}{580} = 46 \text{ N}$$

$$R_{by} = F_1 + F_2 - R_{ay} = 46 + 46 - 46 = 46 \text{ N}$$

Určení maximálního ohybového momentu $M_{o_{\max}}$:



Obr. 6.11

$$M_{o(I)} = R_{by} \cdot a = 46 \cdot 15 = 690 \text{ Nmm}$$

$$M_{o(II)} = R_{by} \cdot (L - a) - F_2 \cdot (L - 2 \cdot a)$$

$$M_{o(II)} = 46 \cdot (580 - 15) - 46 \cdot (580 - 2 \cdot 15) = 690 \text{ Nmm}$$

$$M_{o(III)} = R_{by} \cdot L - F_2 \cdot (L - a) - F_1 \cdot a$$

$$M_{o(III)} = 46 \cdot 580 - 46 \cdot (580 - 15) - 46 \cdot 15 = 0 \text{ Nmm}$$

$$M_{o_{max}} = 690 \text{ Nmm}$$

Kontrola nosníku na ohyb:

K tomuto výpočtu je nutné znát průřezový modul v ohybu nosníku. Jako výchozí průměr použijeme nejmenší průměr hřídele, který je roven $D_{\min} = 25 \text{ mm}$.

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 25^3}{32} = 1\,533,98 \text{ mm}^3 \quad (6.19)$$

Výpočet napětí v ohybu:

$$\sigma_o = \frac{M_{o_{max}}}{W_o} = \frac{690}{1533,98} = 0,45 \text{ MPa} \quad (6.20)$$

Kontrola nosníku na krut:

Nejdříve získáme průřezový modul v krutu z následujícího vzorce.

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{\pi \cdot 25^3}{16} = 3067,96 \text{ mm}^3 \quad (6.21)$$

Následně vypočítáme napětí v krutu. Hnací moment je zde momentem kroutícím, tedy $M_H = M_k$.

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{57\,300}{3067,96} = 18,68 \text{ MPa} \quad (6.22)$$

Výpočet redukovaného napětí podle HMH:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \cdot \tau_k^2} = \sqrt{0,45^2 + 3 \cdot 18,68^2} = 32,35 \text{ MPa} \quad (6.23)$$

Pro výpočet dovoleného napětí jsem zvolil bezpečnost $k_s = 2,5$. Mez kluzu materiálu hřídele je $Re = 540 \text{ MPa}$.

$$\sigma_{dov} = \frac{Re}{k_s} = \frac{540}{2,5} = 216 \text{ MPa} \quad (6.24)$$

$$\sigma_{red} < \sigma_{dov}$$

$$32,35 < 216 - \text{Součást vyhovuje} \quad (6.25)$$

Vzhledem k malému zatížení součásti je zde kontrola únavového napětí zbytečná.

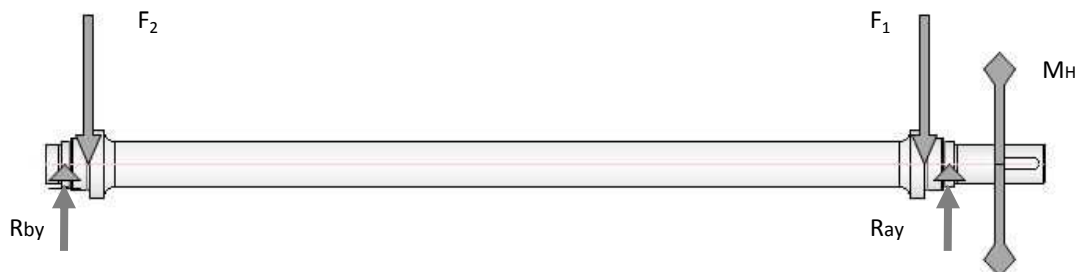
6.4 Kontrola hřídele pomocí programu Autodes Inventor 2008

Pomocí tohoto softwaru bylo zjištěno přibližně dvojnásobné napětí oproti analytické metodě. Drobné rozdíly potom byli v reakcích, což bylo způsobeno zjednodušením výpočtu pro analytickou metodu.

Tabulka výsledných hodnot:

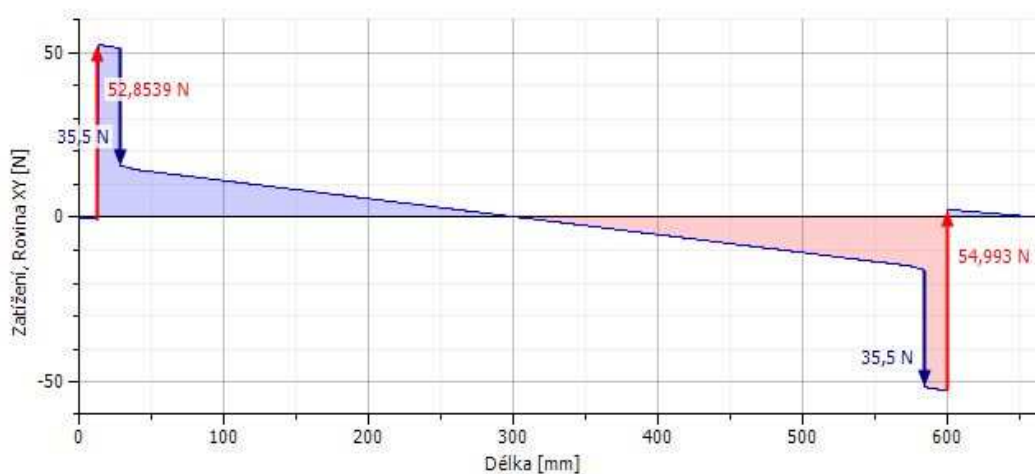
Reakce R_{ay}	54,99 N
Reakce R_{by}	52,85 N
Napětí v ohybu	1,087 MPa
Maximální ohybový moment	2,88 Nm

Tab. 6.2



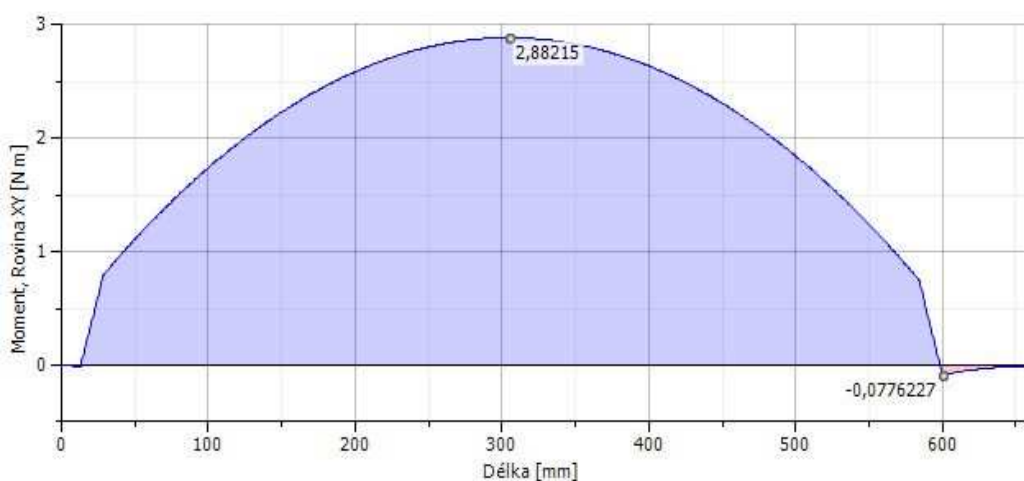
Obr. 6.12

Průběh posouvajících sil:



Obr. 6.13

Průběh ohybového momentu:



Obr. 6.14

Tento výpočet se od analytické metody liší především v tom, že vlastní váha hřídele je zde započtena jako spojité zatížení, kdežto u mého výpočtu jsem váhu hřídele souměrně rozložil mezi obě zatěžující síly. Výsledky jsou ovšem i tak zcela vyhovující.

Porovnání výsledků analytické metody s dovoleným napětím v ohybu:

$$\sigma_{02} < \sigma_{dov}$$

$$1,087 < 216 - \text{Součást vyhovuje} \quad (6.26)$$

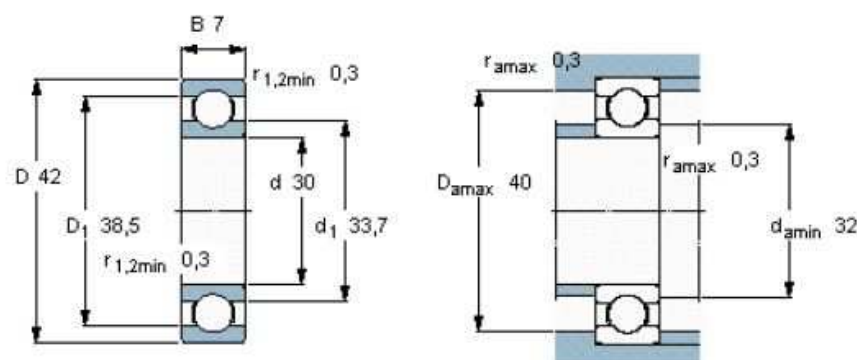
6.5 Kontrola trvanlivosti ložiska

Zvolil jsem ložisko od firmy SKF typu 61806 (obr. 6.15), [12]. Ložisko bude zatěžováno relativně malými silami a také nízkými otáčkami, proto jsem zvolil co možná nejlevnější typ. Specifikace ložiska typu 61806 je v tabulce 6.3.

Specifikace ložiska:

d	Vnitřní průměr	30	mm
D	Vnější průměr	42	mm
B	Šířka ložiska	7	mm
C	Dynamická únosnost	4,49	kN
C _o	Statická únosnost	2,9	kN
n	Mezní otáčky	32000	min ⁻¹
m	Hmotnost	0,027	kg

Tab. 6.3



Obr. 6.15

Pro radiální kuličková ložiska platí:

$$F_{1,2} = F_r = P = 46 \text{ N}$$

$$n = 100 \text{ min}^{-1}$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 = \left(\frac{4490}{46}\right)^3 = 929\,962,7 \text{ mil. ot.} \quad (6.27)$$

Dále trvanlivost ložiska pro bodový styk vypočteme podle následujícího vzorce:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot 100} \cdot 929\,962,7 = 154\,993\,783 \text{ hod} \quad (6.28)$$

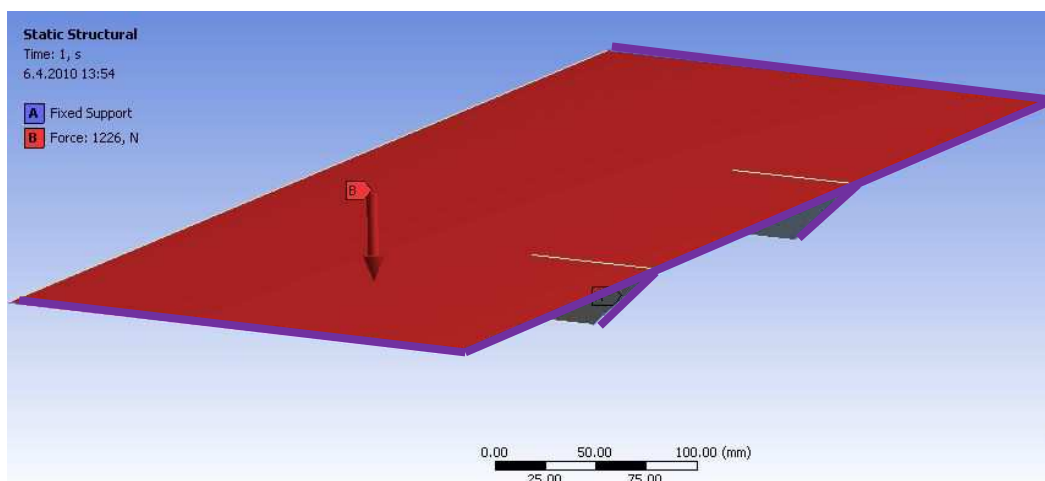
Z výsledku je patrné, že životnost ložiska je z hlediska výpočtu prakticky nekonečná. Ovšem musíme počítat s tím, že tento výpočet nezohledňuje podmínky pro použití při teplotě okolo -20°C, které budou běžné pro moje zařízení a další vlivy, které jeho životnost zkracují. Navíc pro průměr hřídele 30 mm už v nabídce SKF ložisko s nižšími parametry není.

Ložisko vyhovuje

6.6 Kontrola podpěrné desky pomocí MKP

Podpěrná deska se nachází mezi zásobníkem a bubnem (viz. příloha č. 3) a má za úkol nést váhu materiálu v zásobníku. Ten by jinak ležel přímo na bubnu a zařízení by nefungovalo.

Deska bude z materiálu 11 523 [1] přivařená ze tří stran k zásobníku a podepřená podpěrami, které budou také přivařené k zásobníku podsypávače. Celá podpěrná deska bude zatížena šterkem určeným k posypu vozovky.



Obr. 6.16

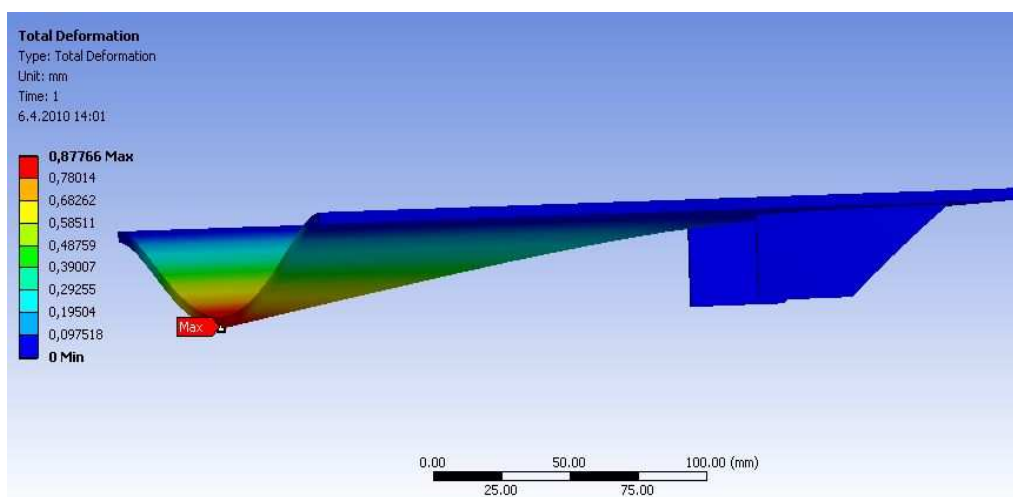
Objem zásobníku je cca 50 dm^3 , proto budeme uvažovat pro zjednodušení tento objem, který převedeme na zatěžující sílu. Pro výpočet použijeme objemovou hustotu, která je přibližně 2x vyšší než sypná, z důvodu vyšší bezpečnosti výpočtu.

$$m_s = \rho \cdot V = 2500 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 125 \text{ kg}$$

$$F = m \cdot g = 125 \cdot 9,81 = 1\,226,25 \text{ N}$$

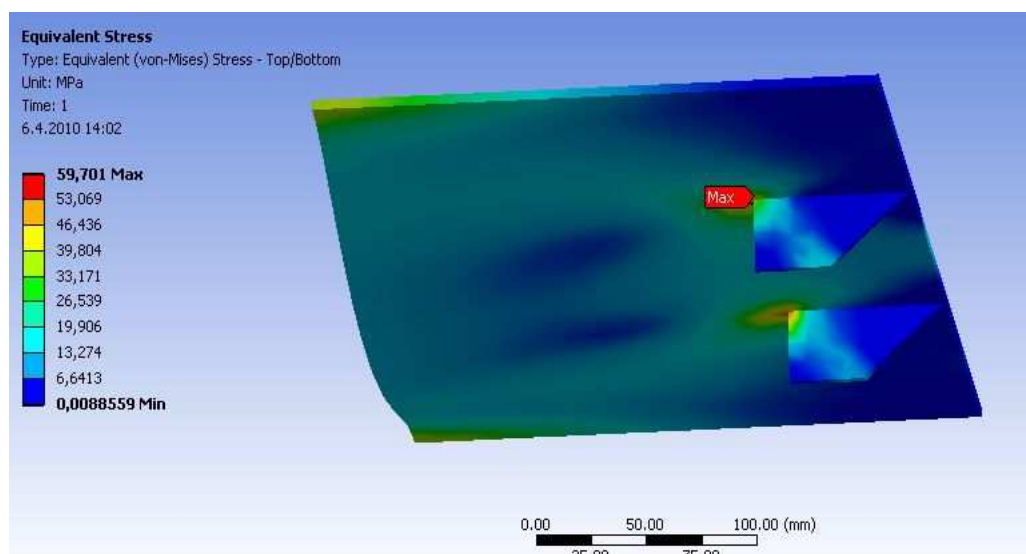
Výsledkem je maximální průhyb, který je roven hodnotě $V = 0,87766 \text{ mm}$ a dále napětí v ohybu, které činí $\sigma_s = 59,701 \text{ MPa}$. Výsledky výpočtu jsou na obrázcích 6.17 a 6.18

Průhyb podpěry:



Obr. 6.17

Ohybové napětí:



Obr. 6.18

Materiál 11 523 má mez kluzu $Re = 333 \text{ MPa}$. Bezpečnost jsem zvolil $k_s = 2,5$.

$$\sigma_{dov} = \frac{Re}{k_s} = \frac{333}{2,5} = 133,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < \sigma_{dov}$$

$$59,701 < 133,2 - \text{Deska vyhovuje} \quad (6.29)$$

Z výpočtu vyplývá, že podpora je navržena s dostatečnou bezpečností. V případě potřeby je možné nynější materiál nahradit materiálem levnějším s nižší mezí kluzu. Ovšem vzhledem k nízkým teplotám, ve kterých bude zařízení pracovat, ponechám raději větší bezpečnostní rezervu.

7. Závěr

Výsledkem práce je návrh podsypávače, který by měl zvýšit bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích. Jako nejvhodnější posypové médium jsem vybral inertní materiál. Objem zásobníku vyhovuje zadání. Stanovené cíle byly tedy pro tuto práci splněny.

Z finančních důvodů není tento výrobek prozatím uveden do praxe k testování a následnému odladění možných nedostatků či problémů s ním souvisejících. Proto tento návrh zatím není možné uvést do běžného provozu.

Po zlepšení finanční situace a odladění výrobku do finální podoby mám v plánu ho nabídnout na trh co možná nejširšímu spektru zákazníků a zároveň poskytovat jeho následnou montáž a také případný servis či kontrolu.

V současné době je vyroben jeden prototyp. Jeho fotografie jsou uvedeny na obrázcích 7.1 a 7.2.



Obr. 7.1



Obr. 7.2

Seznam použité literatury

- [1] LIENVEBER, J., VÁVRA P.: Strojnické tabulky. 3. Doplněné vydání.
ALBRA – pedagogické nakladatelství, 2006, ISBN 80 – 7361 – 033 – 7
- [2] KALÁB, K.: Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části pohonů strojů.
VŠB-TU OSTRAVA, 2008, 1. vydání, ISBN 978 – 80 – 248 – 1860 – 3
- [3] KALÁB, K.: Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací.
VŠB-TU OSTRAVA, 2008, dotisk 1. vydání, ISBN 978 – 80 – 248 – 1290 – 8
- [4] NĚMČEK, M.: Řešené příklady z částí a mechanismů strojů. Spoje. Druhé
vydání. VŠB-TU OSTRAVA, 2008, 2. vydání, ISBN 978 – 80 – 248 – 1782 – 8
- [5] MORAVEC V., HAVLÍK J.: Výpočty a konstrukce strojních dílů.
VŠB-TU OSTRAVA, 2005, ISBN 80 – 248 – 0878 – 1

- [6] EKOLIST. Posypové materiály pro zimní údržbu komunikací v ČR a v zemích
EU. Dostupné na WWW: [http://ekolist.cz/zprava.shtml?x=49570&cmd\[24\]=v-24](http://ekolist.cz/zprava.shtml?x=49570&cmd[24]=v-24)>
- [7] AGROMETALL. Zemědělská a komunální technika. Produkty.
Dostupné na WWW:
<http://www.agrometall.cz/Vyroba-komunalni-techniky/Sypace-komunikaci>
- [8] PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY ČESKÉ REPUBLIKY. Dostupné na WWW:
<http://portal.gov.cz/>
- [9] TEROP, s. r. o. John Deere. Autorizované prodejní a servisní středisko.
Dostupné na WWW: < <http://teropsmirice.cz/content/view/58/1/>>
- [10] ELEKTROMOTORY – PŘEVODOVKY, s. r. o. Stejnoseměrné motory.
Dostupné na WWW:
< <http://www.elektromotory-prevodovky.cz/Elektromotory/Stejnosemerne-motory/>>
- [11] ELEKTROMOTORY – PŘEVODOVKY, s. r. o. Šnekové převodovky.
Dostupné na WWW:
< <http://www.elektromotory-prevodovky.cz/Prevodovky/Snekove-prevodovky/MR/>>

- [12] SKF LOŽISKA, a.s. Jednořadá kuličková ložiska.
Dostupné na WWW:< http://www.skf.com/portal/skf_cz/home>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Sestavný výkres podsypávacího zařízení	SB3KSS-02-00
Příloha č. 2 – Výrobní výkres hřídele	SB3KSS-02-04
Příloha č. 3 – Nákres k popisu podsypávače	SB3KSS-02-08
Příloha č. 4 – Rozpiska	SB3KSS-02-07